Über den Ursprung und die Vermehrung der Bacterien.

Von Dr. med. A. **Polotebnow** aus St. Petersburg.

I.

Historische Einleitung.

Das Genus *Bacterium* wurde zuerst von Ehrenberg im Jahre 1830 beschrieben. Die neu aufgestellte Gattung umschloß sieben Species. (Beitr. z. Kenntn. d. Org. d. Infusor. etc. Abh. d. k. Ak. d. Wissensch. zu Berlin, 1830; Infus. Thierchen als vollk. Organismen. Leipzig, 1838. In dieser Abhandlung hat Ehrenberg unter der Gattung *Bacterium* nur drei Arten beschrieben.) Nach Ehrenberg sind die Bacterien Thierchen, die zu den *Phytozoen*, zur Classe *Polygastrica-Anentera*, Familie *Gymnica*, Sectio *Vibrionia* zu zählen sind. Ehrenberg läßt die Vermehrung der Infusorien, denen er hermophroditische Geschlechtsorgane zuschreibt, durch Eier zu Stande kommen.

Dujardin (Hist. natur. des Zoophytes. Infusoires. Paris, 1841) reihet zwar alle Vibrionen dem Thierreiche an; nichtsdestoweniger sagt er: „Vibrioniens constituent une famille à part, dont on ne voit guèr le rapport avec les autres familles" . . ., und daß „Vibrioniens ne laissent distinguer aucune trace d'organisation interne" [1]).

Perty (zur Kenntn. kl. Lebensform. n. Bau, Funct. Syst. etc. Bern, 1852) zählt alle Vibrionen zu den *„Phytozoidien"*. „Das vegetabilische und animale Leben", sagt Perty, „sind beide in diesen einfachsten Wesen höchst flüchtig; ein kleiner Wechsel der Umstände macht das letztere in das erstere umschlagen; *Bact. termo* kommt bisweilen gar nicht zu animalischem Leben, sondern bleibt

---

[1]) Ganz dieselbe Ansicht bezüglich der Vibrionen äußerte in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Otto Friedrich Müller, welcher an Stabthierchen keine Organisation, keine Spur von Organen und kaum eine Spur von Leben erkannte. (Animalcula Infusoria etc. P. II.)

in vegetabilischem befangen . . . Man muß hier jedoch unter animalischem Leben nur ein, scheinbar willkürliche Bewegung äußerndes, unter vegetabilischem ein dieser beraubtes Leben verstehen". Perty läßt keine Vibrionen als solche in der Natur zu, und läßt sie dagegen „überall entstehen, wo stickstoffhaltige Substanzen in Fäulniß übergehen, aus Anfängen, welche verschwindend klein sind und erst bei einiger Ausbildung sichtbar werden. . . *Bact. termo* geht aus Molecülen hervor, die anfangs wegen ihrer Kleinheit gar nicht oder nur momentan wahrnehmbar sind". Dessenungeachtet hält Perty für glaubwürdig, daß die Vibrionen in manchen Fällen auch durch die *Generatio spontanea* entstehen. Bezüglich der inneren Organisation der Vibrionen schließt sich Perty der Meinung von O. F. Müller und Dujardin an. „Die Vibrionidia sind die einfachsten aller Phytozoidien; unsere Mikroskope lassen an ihnen weder eine nähere Organisation erkennen, noch ist es wahrscheinlich, daß eine solche überhaupt vorhanden sei".

Prof. F. Cohn (Unters. üb. d. Entwicklungsgesch. d. mikr. Algen u. Pilze. Verh. d. kais. Leop. Car. Akad. d. Naturforsch., Breslau u. Bonn, 1854) zählt die Vibrionen dem Pflanzenreiche zu, und meint, daß „die in stehenden Infusionen überall gemeinen, für selbstständige Infusorien erklärten Körperchen des *Bact. termo* nur ein Entwicklungszustand einer Pflanze, namentlich die frei gewordenen, selbstbeweglichen Zellen (Schwärmzellen) einer, morphologisch mit *Palmella* und *Tetraspora* zunächst verwandten, durch Vorkommen und Mangel an Färbung in das Gebiet der Wasserpilze sich stellenden Form sind". Da nun nach den Beobachtungen Cohn's das *Bact. termo* in Gallert-Kugeln und Gallert-Trauben sich entwickelt, so sieht er sich veranlaßt, das *Bact. termo* mit einem besonderen Namen, „*Zoogloea termo*" zu bezeichnen. Hinsichtlich der Vibrionen gelangte Cohn zu keinen positiven Resultaten. „Die langen, sich nicht schlängelnden (*V. bacillus* etc.) reihen sich, nach Cohn, an die zarteren Formen von *Beggiatoa (Oscillaria)* an. Die kürzeren Vibrionen und Spirillen entsprechen zwar an Form und Bewegungsgesetzen den Oscillarien und Spirulinen, doch kann ich über ihre wahre Natur keine bestimmte Ansicht aussprechen."

Naegeli (Amtl. Ber. über die 33. Vers. Deutsch. Naturforsch. etc. Bonn, 1859, S. 133) stellt aus *Bacterium*, *Vibrio* und *Spiril-*

lum sammt *Nosema, Umbina aceti, Hygrocrocis* und *Sarcina* eine Gruppe zusammen, welche er mit dem Namen „*Schizomycetes*“ belegt. Diese Gruppe charakterisirt Naegeli folgendermaßen: „Über die Bedeutung der Gruppe *Schizomycetes*, ob es Pflanzen, Thiere oder krankhafte thierische oder vegetabilische Elementartheile seien, darüber gibt die anatomische Structur keinen Aufschluß; daß es Pflanzen und keine Thiere sind, dafür liegen wenig Gründe vor“.

Pasteur (Mém. sur les corpuscules organisés etc. Annales de Chimie et de Physique, III. Série, T. LXIV, 1862, p. 5—110) zählt die Bacterien zum Thierreiche. Über den Ursprung der Bacterien sagt Pasteur Folgendes: „Cet infusoire (Bacterium) est si petit, qu'on ne saurait distinguer son germe et encore moins assigner la présence de ce germe, s'il était connu, parmi les corpuscules organisés des poussieres en suspension dans l'air . . . Monades, Bacter. Vibrio — comment ces animalcules sont ils produits? Nous ne pouvons le dire, leur extrême petitesse les dérobant à toute espèce d'investigation“.

De Bary (Morphol. u. Physiol. der Pilze, Fl., u. Myxom. Leipzig 1866, S. 3) sagt, daß die Schizomyceten, „morphologisch betrachtet, von den Pilzen auszuschließen und den Oscillarien an die Seite zu stellen sind, wenn auch ihr Vegetationsproceß dem der Pilze gleich ist. . . Hieher gehören die in Beziehung auf ihre Organisation noch höchst ungenügend bekannten, meist überaus kleinen Formen, welche mit den Gattungsnamen *Vibrio, Bacterium, Zoogloea Cohn, Nosema Naeg., Sarcina* u. s. w. bezeichnet, theilweise auch noch dem Thierreiche zugezählt werden.“

Nach den Untersuchungen von Joh. Lüders (Bot. Ztg., Nr. 5 u. 6, 1866; Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. III, 1867) entwickeln sich die Vibrionen aus dem körnigen Inhalte verschiedener Pilzsporen und Mycelfäden oder im Innern dieser letzteren, oder aber in der Weise, daß die Körner des Inhaltes durch die Sporen und Mycelfädenmembran heraustreten (ohne dieselbe zu zerreissen) und sich in Vibrionen verwandeln. Die auf diese Weise entstandenen Vibrionen können ihrerseits unter gewissen Bedingungen auch wieder in andere verschiedenartige Formen übergehen; so „wird in gährenden Flüssigkeiten das Bacterium zur Hefe; an nassen Mauern und Felswänden entwickelt es sich zu *Leptotrix* oder zu einigen Arten der Gattung *Palmella* u. s. w.“ „Aus allen diesen Producten, die sich aus Bacterien entwickeln können, entstehen,

nach Lüders, die Bacterien bei der nöthigen Feuchtigkeit alsbald wieder auf's neue".

Nach Prof. Hoffmann (Bot. Ztg., 1869, Nr. 15—20)[1] „gehören (die Bacterien) nicht nur ihrem Baue, sondern auch ihrer Entwicklungsgeschichte nach zu den einfachsten Organismen, oder sind es selbst" (S. 254). „Die Annahme, daß aus einem (isolirten) punktförmigen oder kugelförmigen Körperchen durch Längenwachsthum ein Bacterien-Stäbchen werden könne, muß ich als unrichtig bezeichnen" (S. 257). Auf die Frage: „woher kommen die Bacterien?" antwortet Hoffmann folgendermaßen: „daß sämmtliche Formen der Bacterienreihe nie anders als durch gleichartige Wesen erzeugt werden" (S. 287).

Die nachfolgenden Beobachtungen und Versuche, welche ich im Laboratorium des Herrn Prof. Wiesner am k. k. polytechn. Institute ausführte, bezwecken die durch die vorhandenen einschlägigen Arbeiten durchaus nicht zum Abschlusse gebrachten Fragen über das Wesen, den Ursprung und die Vermehrung der Bacterien zu lösen, oder doch wenigstens neue Beobachtungen zur Lösung dieser wichtigen Frage beizubringen.

Ich erachte es bei diesem Anlasse für eine sehr angenehme Verpflichtung, dem Herrn Prof. Wiesner meinen innigsten Dank zu erstatten für jene Rathschläge, welche mir bei Zustandebringung dieser Arbeit stets zur Seite gestanden.

II.

Bei Erforschung des Ursprunges und der Vermehrung der Bacterien ist von hoher Bedeutung die Frage über das Substrat oder Medium, mit welchen diese Versuche vorzunehmen sind. Bisher wurden

---

[1] Leider konnte ich bei meiner Arbeit diese Abhandlung Hoffmann's nicht benutzen, die erschien, nachdem meine Untersuchungen schon abgeschlossen waren und die vorläufige Notiz der Hauptresultate dieser Untersuchung der kais. Akademie der Wissenschaften. (LIX. Bd., II. Abth., April-Heft, 1869) von Prof. Wiesner bereits mitgetheilt worden war.

fast alle Beobachtungen und Versuche mit Bacterien entweder an organischen Aufgüssen, bereitet aus Fleisch und verschiedenen vegetabilischen Stoffen, oder an Blut, Urin, Milch, Galle, Eiweiß und Eigelb vorgenommen, oder endlich es dienten verschiedene thierische und vegetabilische Stoffe (Fleisch, Kartoffeln u. dgl.) als festes Substrat bei Erforschung dieser Körper. Es unterliegt keinem Zweifel, daß viele von diesen Stoffen ein sehr gutes Material darbieten, in welchem sich die Bacterien schnell und in einer ungeheuren Menge vermehren; daher, wo es sich nur darum handelt, unter gewissen Bedingungen die Thatsache der Erscheinung oder der Abwesenheit der Bacterien zu constatiren (was übrigens auch bis jetzt den hauptsächlichen und wesentlichen Zweck aller Versuche und Beobachtungen der Heterogenisten und ihrer Gegner bildete), da können unstreitig alle diese Substrate ihre volle Anwendung finden. Wo aber die Untersuchung es sich zur Aufgabe macht, jene Elemente zu bestimmen, aus denen sich Bacterien entwickeln, sowie die Art und Weise der Entwicklung und weitern Vermehrung dieser räthselhaften Wesen, da stößt man bei allen oben erwähnten Stoffen — als Substraten — auf bedeutende Hindernisse. Das wichtigste Hinderniß besteht schon darin, daß fast alle diese Stoffe, selbst in ihrer unveränderten Gestalt, eine ungeheuere Menge moleculärer Körnchen enthalten, welche bei der mit der Vermehrung der Bacterien gewöhnlich gleichzeitig eintretenden Zersetzung sich noch bedeutender vermehren. Eben diese Masse Molecular-Theilchen macht es sehr schwierig, ja bisweilen ganz unmöglich, jene Elemente zu unterscheiden, welche den Anhaltspunkt für Entwicklung der Bacterien bilden. Überdieß sind die meisten dieser Substrate trübe oder gefärbt, so daß sie es meist unmöglich machen, mit unbewaffnetem Auge alle Änderungen zu verfolgen, welche in der zu beobachtenden Flüssigkeit vom Beginn bis zum Ende des Versuches vorgehen.

Auf diese Weise wäre also zur Erforschung des Ursprunges und der Vermehrung der Bacterien das geeignetste Mittel: eine ganz farblose und durchsichtige Flüssigkeit, welche frei ist von organischen Molecülen und die gleichzeitig ein mindestens ebenso gutes Material für die Entwickelung und Vermehrung der Bacterien darbietet, wie die sonstigen organischen Ausgüsse. Allen diesen Bedingungen entspricht vollkommen eine Mischung, sauerer Reaction, die aus einer Rohrzuckerlösung, aus weinsteinsauerem Ammoniak und

einer Lösung von Hefenasche besteht. Diese Mischung ist es, welche Pasteur zuerst bei seinen Versuchen in Anwendung brachte, und welche ich auf Anrathen des Prof. Wiesner bei meinen Beobachtungen und Versuchen benutzte [1]. Für meine Versuche wendete ich diese Mischung in frischem, d. i. unmittelbar vor jedem Versuche zubereitetem Zustande an. Bei Zusammensetzung der Mischung hielt ich mich nicht zu streng an die quantitative Zusammensetzung, da ich mich überzeugte, daß namhafte Mengenunterschiede in den Bestandtheilen der Mischung von keinem merklichen Einflusse auf das Resultat der Versuche sind.

Alle mikroskopischen Untersuchungen wurden mit Hartnack's Immersionssystem Nr. 9 und Oc. Nr. 2, 3 und 4 (einige aber mit Nr. 10 und Ocul. holostère Nr. 6) vorgenommen.

Wenn man eine gewöhnliche Reagenz-Röhre, mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur offen stehen läßt, so bemerkt man in der Regel schon nach einigen (12—18) Stunden an der Oberfläche der Flüssigkeit, insbesondere an den Wänden der Röhre, einen grauweißen Anflug, welcher in horizontaler Richtung allmählig zunehmend, nach 24—36 Stunden die ganze Oberfläche der Flüssigkeit bedeckt. Nach 1½—2 Tagen wird in der Röhre die ganze Flüssigkeit trübe, mehr oder weniger undurchsichtig; hierbei verbreitet sich die Trübung stufenweise von oben nach unten. Gleichzeitig mit der Trübung der Flüssigkeit bilden sich auf der Oberfläche derselben schleimige Wölkchen, die nicht selten in feste Membranen übergehen, und nach Maßgabe der Zu-

---

[1] Schon Dujardin hat bei seinen Versuchen (l. c.) eine Mischung von „15 Grm. sucre de reglisse, 10 Grm. d'oxalate d'ammoniaque et 100 Grm. d'eau de pluie" angewendet. Pasteur änderte die Dosirung dieser Flüssigkeit ab, und fügte noch eine Lösung von Hefenasche bei. Die Zusammensetzung der Pasteur'schen Flüssigkeit ist folgende:

Destillirtes Wasser	100
Candiszucker	10
Weinsaueres Ammoniak	0·2—0·5
Hefeasche	0·1.

In der weiteren Auseinandersetzung nenne ich diese Mischung der Kürze wegen „Pasteur'sche Flüssigkeit".

nahme ihres Umfanges und ihrer Festigkeit nach und nach in der Röhre zu Boden fallen. Die Bildung der Wölkchen und Membranen an der Oberfläche der Flüssigkeit kann sich mehrmals wiederholen, so daß im Laufe der Zeit (nach 4—5 Tagen) am Boden der Röhre sich aus denselben und Bacterien ein ziemlich umfangreicher Niederschlag bildet. Die Membranen werden gewöhnlich so fest, daß man sie bei den mikroskopischen Untersuchungen mit Nadeln zerreissen muß. Endlich, nach 5—7 Tagen, nimmt die ganze Flüssigkeit die Gestalt eines ziemlich dicken Schleimes an, und zieht sich in Fäden, behält aber dabei ihre normale sauere Reaction bei. Dies sind nun die Erscheinungen, welche man bei derlei Versuchen mit unbewaffnetem Auge constant wahrnehmen kann. Zu den Nebenerscheinungen, die nur bei vereinzelten Versuchen vorkommen, wäre die Bildung von Mycelium an der Oberfläche der Flüssigkeit zu zählen. In diesen Fällen erscheint das *Mycelium* sehr üppig, legt sich an die Wände der Röhre fest an, so zwar, daß zuweilen beim Umstürzen der Röhre die Flüssigkeit aus derselben nicht herausfließt. Es entwickeln sich schnell Frucht-Pinsel, am häufigsten des *Penicillium glaucum* und des *Aspergillus*, seltener *Botrytis* [1]). Mit der Bildung des *Myceliums* wird die Flüssigkeit nach und nach durchsichtiger; alles, was die Trübung verursachte, fällt allmählig zu Boden der Röhre; jedoch gewinnt die Flüssigkeit niemals jene Durchsichtigkeit wieder, welche sie im frischen Zustande besaß.

Die mikroskopische Untersuchung der Flüssigkeit zu der Zeit, wo sie schon trübe und undurchsichtig geworden, ergibt folgende Resultate: 1. Eine unzählige Menge Bacterien, die meistens 1—4 gliederig, seltener 5—7- und nur äußerst selten mehr als 7 gliederig sind, so zwar, daß ihre Länge in der Regel zwischen 0·0020 und 0·0200 Mm. schwankt. 2. Eine ungeheuere Menge Zellen in der Größe 0·0006 bis nahezu 0·0020 Mm., von ganz runder Form, ohne Spur eines körnigen Inhaltes; und endlich 3. Eine ununterbrochene Kette von Formen, welche den unmittelbaren und stufenweisen Uebergang von den eben erwähnten Zel-

---

[1]) Bei Versuchen in Reagenzröhren habe ich die Entwicklung von Mycelium an der Oberfläche der Flüssigkeit nicht gar oft beobachtet, im Durchschnitt 1 mal auf 18 Versuche; dagegen bei Versuchen in Gefäßen mit weiter Öffnung wurde diese Erscheinung häufiger beobachtet.

len zu den Bacterien bilden. Dieser Übergang geht in folgender Weise vor sich: 1. Die runde Zelle wird oval, elliptisch, hierauf wird sie mehr oder weniger länglich, und zuletzt nimmt sie die Gestalt eines einzelligen Stäbchens an, welches selten länger als 0·0020 Mm. ist. 2. Die ovale oder elliptische Zelle beginnt zuerst sich an einem von ihren Enden zu strecken, so daß die Zelle eine keil- oder kolbenförmige Gestalt, und falls sie etwas gebogen ist, die Form eines Comma's annimmt. Der schmale Theil des kolbenförmigen Gebildes ist gewöhnlich von dem breiteren Theile durch eine Querwand getrennt. Hierauf beginnt allmählig auch das entgegengesetzte mehr rundliche Ende der Zelle sich zu strecken, indem es verschiedene Formen annimmt, wobei neue Querwände entstehen. Als Resultat aller dieser Wandlungen erscheint meistens ein mehrgliederiges (4—5-) Stäbchen. Unter gewissen Bedingungen (von denen später die Rede sein wird) streckt sich die Zelle nicht gleichmäßig; in Folge dessen verbleibt dem (ein- oder mehrgliederigen) Bacterium, an einem der Enden (sehr selten an beiden) für immer eine mehr oder weniger bemerkbare Verdickung von sphärischer, elliptischer, mehr oder minder länglicher Form[1]. 3. Viel seltener hat man Gelegenheit zu beobachten, daß eine Zelle, indem sie fast vollkommen rund verbleibt, an einem von ihren Enden aus sich ein sehr dünnes, cylindrisches Anhängsel von verschiedener Länge entwickelt, das durch mehrere Querwände abgetheilt ist; hierbei erhält die Zelle eine der Stecknadel ähnliche Form. Jedoch beginnt im Laufe der Zeit das verdickte Ende sich auch zu strecken, und als Endresultat ergibt sich ein mehrgliedriges Bacterium das zuweilen eine Länge von 0·0200 Mm. erreicht.

Die Bildung ein- oder mehrgliederiger Bacterien hängt, wie es scheint, einzig von der Größe der Zellen ab, aus welchen sie sich

---

[1]) Einige von den von mir beschriebenen Übergangsformen wurden auch von anderen Forschern beobachtet. So schreibt z. B. Perty: „Einzelne Individuen (von Vibrionen) sind sphäroidisch oder ellipsoidisch." Cohn beobachtete „äußerst kleine Körperchen von der Gestalt eines Comma's, zarte Strichelchen, deren beide Enden etwas verdickt aussehen". Pasteur beobachtete auch Bacterien „caracterisés par une espèce de tête spherique à une extremité." Endlich beobachtete auch Hoffmann „kolbige, oder auch mit einem scheinbaren Köpfchen versehene Bacterien" (l. c. S. 255). Aber das Zustandekommen und die Bedeutung dieser Formen ist den erwähnten Forschern unbekannt geblieben.

entwickeln. Mir wenigstens gelang es kein einziges Mal zu bemerken, daß die allerkleinsten Zellen (unter 0·0010 Mm.) in mehrgliederige Bacterien übergehen. Ich habe stets beobachtet, daß dergleichen Zellen in eingliederige Stäbchen übergehen. Die Dicke der Bacterien ist ebensowohl von der Größe der Zellen, aus denen sie sich entwickeln, als auch von dem Umstande abhängig, in welcher Weise sich die Zelle streckt. Je länger sich eine Zelle streckt, desto dünner wird das aus derselben sich bildende Bacterium. Allem Anscheine nach hängt von denselben Umständen auch die Länge der einzelnen Glieder der mehrgliederigen Bacterien ab.

Bei Untersuchung der Membranen, welche sich zu allererst bilden, ergibt sich, daß sie fast ausschließlich aus vollkommen entwickelten Bacterien bestehen, die unter einander durch eine ziemlich feste amorphe Zwischensubstanz verbunden sind. Bisweilen findet man darunter eine vereinzelte Hefezelle oder Pilzspore, von welchen die letzteren in der Regel kein körniges Protoplasma besitzen. In den sich später bildenden Membranen findet man außer den Bacterien eine größere oder geringere Menge der obenbeschriebenen Zellen, mit allen Übergangsformen zu den Bacterien. In den schleimigen Wölkchen werden constant Bacterien und kleine Zellen beobachtet; aber sehr häufig besteht der vorwaltende Bestandtheil dieser Wölkchen aus den oben beschriebenen Übergangsformen von Zellen zu Bacterien.

Wenn man die Flüssigkeit zwischen dem siebenten bis zehnten Tage vom Beginn des Versuches (zuweilen auch früher) untersucht, so bemerkt man in derselben eine ziemlich große Anzahl neuer Bildungen, welche in den ersten Tagen des Versuches nur sehr selten, oder auch gar nicht wahrgenommen werden; dieß sind Ketten von 0·0160 bis 0·0309 Mm. Länge, welche aus vollkommen runden oder schwach ovalen Zellen bestehen. Diese Zellen unterscheiden sich weder in Bezug auf Form, noch Größe von den oben beschriebenen Zellen, welche unmittelbar in Bacterien übergehen. Es ist offenbar, daß diese Ketten sich aus eben denselben Zellen bilden, und in Bezug auf Bildungsweise den Conidien-Ketten der Pilze entsprechen [1].

---

[1] Prof. Hoffmann (l. c. S. 254) zählt diese Körper zu *Monas crepusculum* Ehrb.

Schon aus diesen angeführten Thatsachen geht mit Wahrscheinlichkeit hervor, daß sich die Bacterien unmittelbar aus Zellen von äußerst geringer Größe entwickeln, was weiter unten in weit strengerer Weise noch nachgewiesen werden wird.

Welcher Art sind nun die Zellen, aus denen Bacterien hervorgehen?

Die Untersuchung des Niederschlages, welcher sich bei dieser Art Versuchen am Boden der Reagenz-Röhre bildet, eröffnet den Weg zur Lösung dieser Fragen. In einer Reihe von Versuchen ergab sich am Boden der Röhre ein Niederschlag von $1/2$ Centim. Höhe, welcher aus Bacterien, sehr kleinen Zellen und insbesondere aus einer Masse Hefezellen bestand. Das Vorhandensein von Hefezellen im Niederschlage weiset auf die Theorie des Hallier's und Lüders' (l. c.) hin. Nach dieser Theorie müßte man alle oben beschriebenen Erscheinungen auf folgende Weise erklären.

In die offene, mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllte Röhre fallen aus der Luft einige Hefezellen oder Pilzsporen hinein, und dieß genügt, um alle diese Erscheinungen hervorzurufen, und zwar entläßt eine Hefezelle oder Pilzspore, sobald sie in die Flüssigkeit hineinfällt, schnell aus ihrem Innern „Schwärmer — Micrococcus" — d. i. Zellen von minutiöser Größe, welche in Bacterien (Lüders) und in den Hefezellen (Hallier) übergehen. Diese Theorie schien mir eine Zeit lang umsomehr glaubwürdig zu sein, als im Verlaufe von 3 Monaten (November, December 1868 und Jänner 1869, innerhalb welcher Zeit mehr als zwanzig Versuche von mir angestellt wurden) das Vorhandensein von Hefe im Niederschlag eine constante Erscheinung war. Nichtsdestoweniger haben die weiteren Beobachtungen und Versuche gezeigt, daß das Vorhandensein von Hefe im Niederschlag eine ganz zufällige Erscheinung war, welche in keinem Zusammenhange mit der Entwickelung von Bacterien, oder der Entstehung von Zellen, aus denen Bacterien hervorgehen, steht. Zu jener Zeit, sowie während der Reihe von Versuchen, welche im November, December und Jänner angestellt wurden, war das Vorhandensein von Hefezellen im Niederschlag eine beständige Erscheinung; vom Februar an begannen aber Versuche, bei denen weder in der Flüssigkeit, noch im Niederschlag irgend eine Hefezelle vor-

handen war [1]). Im März, April und Mai wurde diese letzte Erscheinung zu einer fast beständigen, so daß das Vorhandensein von Hefezellen im Niederschlag nur mehr eine seltene Ausnahme bildete [2]).

Wenn keine Hefezellen im Niederschlag vorkommen, so ist letzterer in der Regel von geringem Umfange und besteht aus Bacterien, Zellen mit allen Uebergangsformen zu Bacterien, aus einer größeren oder geringeren Menge der oben beschriebenen Membranen und molecularer Körnchen. Die Zellen im Niederschlag erscheinen größtentheils mit Sprossungen.

Jedoch außer diesen, so zu sagen, natürlichen Versuchen, welche nachweisen, daß zwischen den kleinsten Zellen und den aus ihnen sich entwickelnden Bacterien einerseits und den Hefezellen anderseits kein nothwendiger genetischer Zusammenhang besteht, haben fortdauernde und sehr sorgfältige, directe mikroskopische Beobachtungen an Hefezellen und kleinsten Zellen, welche in einem Tropfen Zuckerlösung oder der Pasteur'schen Flüssigkeit vorgenommen wurden, mich bewogen, mich gegen die Theorie Hallier-Lüders in bestimmtester Weise auszusprechen.

Ich habe viele mikroskopische Objecte unter Mikroskope ununterbrochen mehrere Stunden lang beobachtet, hierauf eine Zeichnung des Gesichtsfeldes angefertigt und das Präparat bis zum nächsten Tag belassen. Auf diese Weise wurde eine ganze Gruppe von Hefezellen drei Tage lang und auch länger beobachtet, aber kein einziges Mal habe ich wahrgenommen, daß die Zellen aus ihrem Inneren Schwärmer — Micrococcus — von sich geben. Es ist wahr, bei

---

1) Es ist selbstverständlich, daß die einen wie die anderen Versuche unter übrigens gleichen Umständen vorgenommen wurden.

2) Diese dem Anscheine nach sonderbare Erscheinung findet eine vollkommen genügende Erklärung in dem Umstande, daß im Laufe des November, December 1868 und Januar 1869 in dem Laboratorium des Prof. Wiesner sehr viele Untersuchungen mit Hefe vorgenommen wurden. Preßhefe war zur Trocknung an der Luft belassen, sie trocknete im Luftbade aus, wurde unter der Glocke einer Luftpumpe evacuirt, den Apfelsinen, Citronen, Goldrüben, Weintrauben eingeimpft, sie wurde beobachtet in Mischungen mit Pasteur'scher Flüssigkeit, mit Zuckerlösungen, mit Milch u. s. w. Es ist ganz natürlich, daß zu dieser Zeit in der Luft des Laboratoriums eine bedeutende Menge Hefezellen enthalten war. Von Februar an wurden mit der Hefe nur sehr wenige Untersuchungen vorgenommen, und im März hörten dieselben ganz auf.

Untersuchung der Hefezellen findet man bisweilen Zellen mit zerrissenen Membranen, wobei aus der Höhlung der Zelle ein körniger Inhalt hervordringt; niemals habe ich jedoch beobachtet, daß aus diesen Körnchen Bacterien, Hefezellen etc. hervorgehen. Endlich können folgende Versuche noch auffälliger die ganze Unrichtigkeit der Micrococcus-Theorie nachweisen.

Die Pasteur'sche Flüssigkeit siedete in einer Reagenz-Röhre fünf Minuten lang und wurde nach Aufhören des Siedens augenblicklich mit Watte fest verstopft, welche früher in einem Luftbade auf eine Temperatur von 200° C. gebracht wurde. Nach Abkühlung der Flüssigkeit wurden in dieselbe zwei Tropfen aus einer anderen Röhre gegeben, welche letztere ebenfalls mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt war und früher einige Tage lang offen gestanden hat, so daß sie eine unzählige Menge von Bacterien und kleinsten Zellen enthielt, aus denen sich erstere entwickeln. Nach Beigabe der Tropfen wurde die Röhre abermals mit Watte verschlossen. Wenn nun die beigegebenen zwei Tropfen auch nur eine ganz unbedeutende Anzahl (3—5) Hefezellen in sich enthielten, so fand man schon nach einem Tage in der Flüssigkeit, zugleich neben Bacterien und den sie bildenden Zellen, auch eine große Menge Hefezellen, welche nach zwei bis drei Tagen einen voluminösen Niederschlag am Boden der Röhre bildeten. Fand sich dagegen in den beigegebenen Tropfen keine einzige Hefezelle, so war auch in der Flüssigkeit keine einzige Hefezelle zu bemerken, wenn die Flüssigkeit auch noch so lange Zeit beobachtet wurde.

Auf diese Weise folgt aus den angeführten Beobachtungen und Versuchen: 1. Daß die Zellen, aus denen sich Bacterien entwickeln, in keinem genetischen Zusammenhange mit den Hefezellen stehen. 2. Daß diese Zellen die Fähigkeit besitzen, nur in Bacterien überzugehen, und 3. Daß sowohl die Zellen selbst, als auch die aus ihnen entstandenen Bacterien unfähig sind, in irgend welche höhere Entwicklungsformen überzugehen [1]).

---

[1]) Die Micrococcus-Theorie, nach welcher der mystische Microc. alle nur möglichen Formen annehmen kann, ist es zu verdanken, daß man die Wissenschaft mit vielen neuen Pilzspecies, wie bekannt, zu bereichern strebt, wie z. B. „Coniothecium syphiliticum und gonorrhoicum; Tilletia scarlatinosa" u. s. w.

III.

Die Beobachtungen und Versuche mit Sporen von *Penicillium glaucum* haben folgende Resultate ergeben:

Es wurden frische Penicillium-Sporen in eine vorher stark erhitzte Reagenz-Röhre gegeben, welche zur Hälfte mit gekochter Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt war. Nach Beigabe der Sporen, welche selbstverständlich nach unter Watteverschluß vor sich gegangener Abkühlung der Flüssigkeit erfolgte, wurde die Röhre mit durchhitzter Watte verpfropft. Nach einem Tage entwickelt sich in solchen Fällen an der Oberfläche der Flüssigkeit ein üppiges Mycelium, welches schnell Fruchtpinsel entwickelt. Die Flüssigkeit bleibt bei diesen Versuchen immer ganz durchsichtig; in der Regel ist in derselben kein einziges Bacterium enthalten. Aber ganz andere Resultate erhält man, wenn die beigegebenen Sporen sich in der Flüssigkeit selbst, und nicht an ihrer Oberfläche, wie bei den vorhergehenden Versuchen, befinden. Zu diesem Zwecke wurde die Röhre, in welche man die Sporen gegeben, mit Pasteur'scher Flüssigkeit fast bis an den Rand gefüllt und hierauf mit einem gewöhnlichen Pfropf verschlossen, wobei zwischen der Oberfläche der Flüssigkeit und dem Pfropf immer eine bald größere, bald kleinere Luftblase verblieb. Die ganze äußere Oberfläche des Pfropfes und der Rand der Röhre wurden mit Asphaltlack verklebt, und die Röhre bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach 16 bis 28 Stunden wird die ganze Flüssigkeit trübe und endlich völlig undurchsichtig. Nach zwei Tagen bemerkt man eine Gasentwickelung aus der Flüssigkeit, wodurch der Pfropf allmählig aus der Röhre herausgestossen wird. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit entwickelt sich gewöhnlich Mycelium, dessen Größe von der Größe der Luftblase abhängig ist. Wenn die Luftblase die Oberfläche der Flüssigkeit einnimmt und die Wände der Röhre berührt, so nimmt auch das Mycelium die ganze Oberfläche der Flüssigkeit ein und klebt fest an den Wänden der Röhre. In solchen Fällen entwickelt das Mycelium schnell die Fruchtpinsel. Ist aber die Luftblase zwischen dem Pfropf und der Flüssigkeit so klein, daß sie nur den Mitteltheil der Röhre einnimmt, ohne die Wände zu berühren, so hat auch das in solchen Fällen sich entwickelnde Mycelium eine dem entsprechende Größe und entwickelt nie Fruchtpinsel.

Die mikroskopische Untersuchung der Flüssigkeit ergibt dann folgende Resultate: Die Flüssigkeit enthält in sich eine unzählige Menge Bacterien von verschiedener Länge, nämlich von 0·0020 bis 0·1235 Mm. Die langen, vielgliederigen Bacterien sind von der verschiedenartigsten Gestalt, und zwar erscheinen sie in Form von verschiedenartigen krummen und gebrochenen Linien, die unter den mannigfaltigsten bald spitzen, bald stumpfen Winkeln gebogen sind. Außerdem findet man bisweilen Bacterien mit Verzweigungen; hierbei sind die secundären und tertiären Zweige manchmal dünner als der primäre Stamm, von dem sie ausgehen.

Inmitten dieser Masse von Körpern verschiedener Länge, Dicke und Richtungsform findet man typische Repräsentanten aller drei Gattungen (*Bacterium*, *Vibrio* und *Spirillum*) mit 15 Species, welche nach Dujardin die ganze Familie der Vibrionen constituiren [1]). Diese Classification gründet sich insbesondere auf die Verschiedenheit der Richtungsverhältnisse, sowie auf die Dicke und Länge der einzelnen Formen. Jedoch besitzen in der Wirklichkeit diese Eigenschaften keine Beständigkeit, noch Regel, und sind derart mannigfaltig, daß es nicht möglich wäre, sie selbst in hundert Species unterzubringen. Andererseits gibt es in der Reihe dieser verschiedenartigen Formen auch vermittelnde Glieder, und zwar in der Weise, daß zwischen einer in ein Bacterium übergehenden Zelle, von 0·0010 Mm. Größe und zwischen einem Bacterium von 0·1236 Millim. Länge in der Regel eine fast ununterbrochene Kette von Formen besteht, welche diese äußersten zwei Formen unmittelbar mit einander verbindet. Offenbar jedoch ist das einzige Factum, daß „Bacterienformen von auffallend verschiedener Größe mit einander durch Übergänge verbunden sind" (Hoffmann), noch nicht hinreichend, um ohne Weiteres zwischen allen diesen Körpern

---

1) Während der ganzen Zeit meiner Untersuchungen ist mir kein einziges Mal das „Spirillum plicatile" Dujardin's vorgekommen. Nach der Zeichnung zu urtheilen, scheint diese Form Spirillum sich von feinen Gefäßverdickungen einiger höheren Pflanzen durch nichts zu unterscheiden. Da viele Versuche Dujardin's mit vegetabilischen Aufgüssen vorgenommen wurden, so gewinnt die Vermuthung des Prof. Wiesner, daß „das Spirillum plicatile nichts Anderes als eine spiralige Gefäßverdickung sei", um so mehr Wahrscheinlichkeit, als diese Form Spirillum bei keinem von jenen Autoren vorkommt, welche ihre Beobachtungen an Aufgüssen thierischer Stoffe angestellt haben.

einen genetischen Zusammenhang zu beweisen. Die Aufnahme eines solchen Zusammenhanges könnte man nur in dem Falle zulassen, wenn es erwiesen wäre, daß alle diese Körper, so mannigfaltig sie auch an Länge, Dicke und Form sind, dennoch eine und dieselbe gemeinschaftliche Ursprungsquelle haben. In den angeführten Versuchen kann dieses Factum keinem Zweifel unterliegen, indem alle diese Organismen sich beim ausschließlichen Vorhandensein von Penicillium-Sporen entwickeln.

Aber auf welche Weise gehen die Penicillium-Sporen in Bacterien über? Wenn man nun die Flüssigkeit, welcher nur Penicillium-Sporen beigegeben wurden, untersucht, so findet man darin zugleich mit den oben beschriebenen Bacterien-Formen auch jene kleinsten, unmittelbar in Bacterien übergehenden Zellen, welche in den vorhergehenden Versuchen beschrieben wurden. Gleichzeitig mit diesen kleinsten Zellen finden wir aber auch eine große Menge vollkommen normaler Pencillium Sporen, die gar keine Spur von körnigem Protoplosma besitzen. Manche von diesen Sporen bemerkt man mit einer oder bisweilen auch mit zwei Sprossungen, welche sich dem Anscheine nach durch nichts von den unmittelbar in Bacterien übergehenden kleinsten Zellen unterscheiden. Dieses Factum läßt die Voraussetzung zu, daß die kleinsten Zellen sich nur mittelst Sprossungen aus den Penicillium-Sporen entwickeln. Die directe Beobachtung der Penicillium-Sporen unter dem Mikroskope in einem gut mit Asphaltlack verschlossenen Präparate — mit einem Tropfen Pasteur'scher Flüssigkeit — rechtfertiget vollständig eine solche Voraussetzung. Denn in diesen Fällen wird nach 18—24 Stunden in dem verklebten Präparate, in welches man nur Penicillium-Sporen hineingegeben, gleichzeitig mit den unveränderten Sporen, auch eine größere oder geringere Menge von kleinsten Zellen wahrgenommen. Ist nun dabei die Schichte der im Präparate eingeschlossenen Flüssigkeit von solcher Dicke, daß man mit Schärfe auf die obere und untere Grenze der Schichte einstellen kann, so häufen sich die kleinsten Zellen vorzugsweise an der oberen Grenzfläche an, wo sie auch unmittelbar in eingliederige Bacterien übergehen. An diesen Bacterien bemerkt man sehr oft an einem Ende eine Zelle von runder, ovaler oder länglicher Form, zuweilen eine bloße Verdickung. Ist aber die Schichte der Flüssigkeit im verschlossenen Präparate so dünn, daß sich auf die beiden Grenzen der Flüssigkeit nicht scharf einstellen läßt, so

bleiben die kleinsten Zellen gewöhnlich in ihrer Form unverändert, aber sie entwickeln aus sich Sprossungen von unmeßbarer Feinheit in Form eines mehr oder weniger langen Fadens. Zuweilen wachsen aus einer und derselben Zelle an verschiedenen Stellen bis fünf solcher Fäden von ungleicher Dicke hervor. Die Mehrzahl der Penicillium-Sporen bleibt unverändert, und nur einige von ihnen bemerkt man auch hier im unmittelbaren Zusammenhange mit den kleinsten Zellen, d. i. mit Sprossungen, wovon einige, gleich den mit den Penicillium-Sporen nicht im Zusammenhange stehenden, die eben erwähnten Fäden aus sich entwickeln. Ob diese Fäden auch Quertheilungen besitzen, das läßt sich bei ihrer ungewöhnlichen Feinheit (man sieht sie deutlich mit Syst. Nr. 10 und Ocul. holost. Nr. 6) mit Bestimmtheit nicht angeben. Bei diesen Versuchen war im verklebten Präparate keine Spur von Luftbläschen zu bemerken. Auch hatte ich bei dieser Art Versuchen kein einziges Mal Gelegenheit zu beobachten, daß sich in den Penicillium-Sporen körniges Protoplasma entwickelte. Hat man aber in das Präparat eine Penicillium-Spore mit körnigem Protoplasma hineingegeben, so ist mir auch in diesen Fällen niemals gelungen, zu beobachten (sowohl in verklebten, als in unverklebten Präparaten), daß die Membran einer solchen Zelle willkürlich reißt und daß der körnige Inhalt einer solchen Zelle in das sie umgebende Medium heraustritt.

Wir haben bisher gesehen, daß aus den kleinsten Zellen sich Bacterien von höchst unbedeutender Länge entwickeln; auf welche Weise läßt sich nun die Entstehung der Bacterien von mehr als 0·1030 Mm. Länge erklären? Am einfachsten wäre es, dem Anscheine nach anzunehmen, was auch Perty gethan hat, daß das eingliederige Bacterium „durch Ansetzen immer neuer Glieder“ die allergrößte Länge erreichen kann, wie sie nur bei Vibrionen vorkommt. Aber einer solchen Annahme stehen Thatsachen entgegen. Wenn die Annahme Perty's (welche auch von Hoffmann getheilt wird), daß „die Grundform aller Vibrioniden das *Bact. termo* Duj. ist“, richtig wäre, so müßte man erwarten, daß in jenen Fällen, in welchen man das *Bact. termo* findet, zugleich mit ihm auch sogenannte Vibrionen von der mannigfaltigsten Länge, Dicke und den verschiedensten Richtungsverhältnissen vorkommen müßten, gerade so, wie dieß bei Versuchen mit Penicillium-Sporen gefunden wurde. Jedoch sprechen die vorhergehenden Versuche für das ganz

Entgegengesetzte. Denn nicht nur in mit Watte verschlossenen Röhren (in welche zwei Tropfen mit Bacterien und den sie erzeugendie kleinsten Zellen hineingegeben wurden), sondern auch in offen stehenden Röhren, übersteigen die allerlängsten Bacterien sehr selten die Länge von 0·0200 Mm. Es ist offenbar, daß die langen Bacterien sich aus Penicillium-Sporen auf andere Weise als die kurzen Bacterien entwickeln. Und in der That, eine weitere Erforschung der Flüssigkeit ergibt Folgendes:

Zugleich mit den oben beschriebenen Körpern schwimmen in der Flüssigkeit auch noch besondere Flocken, in der Größe von einem Stecknadelkopf bis zu der einer Erbse. Die mikroskopische Untersuchung weiset nach, daß diese Flocken aus ungemein feinen Mycelfäden (Wassermycelium) bestehen, welche ein sehr zartes körniges Protoplasma und Vacuolen enthalten; die Dicke dieser Mycelfäden beträgt zuweilen kaum 0·0020 Mm. Manche von diesen Mycelfäden haben Verzweigungen von unmeßbarer Feinheit, welche weder körniges Protoplasma, noch Vacuolen führen, daher kurz gesagt, sich durch gar nichts von den rings um sie befindlichen langen Bacterien unterscheiden. Nicht selten sind diese Ästchen, welche alle Eigenschaften der Bacterien besitzen, ihrerseits auch verzweigt, wobei die secundären Zweige oft feiner als die primären sind; ganz so wie bei den oben erwähnten Bacterien mit Verzweigungen. Außerdem endlich wachsen die langen Bacterien unmittelbar aus den Penicillium-Sporen hervor, wobei die Sporen eine vollkommen normale Größe haben und von ovaler oder elliptischer Form sind; es ereignet sich auch manchmal, daß Bacterien aus zwei entgegengesetzten Enden einer und derselben Zelle hervorwachsen. Zuweilen sieht man im Innern solcher Sporenzellen zwei oder drei Protoplasmakörnchen. Die auf diese zweifache Weise sich entwickelnden Bacterien erreichen zuweilen eine Länge von mehr als 0·1236 Mm. und zeigen die mannigfaltigsten Richtungs-Verhältnisse; ihre Dicke erstreckt sich von 0·0010 Mm. bis zu solchen Dimensionen, welche selbst eine angenähert richtige Messung nicht zulassen. Es ist selbstverständlich, daß kurze Bruchstücke der langen Bacterien kein einziges morphologisches Merkmal darbieten, wonach man sie von den aus kleinsten Zellen sich entwickelnden Bacterien unterscheiden könnte.

Ein noch wesentlicherer Unterschied zwischen den kurzen und langen Bacterien besteht in einer ihre Vermehrung begleitenden Er-

scheinung, welche bei der Entwickelung der ersteren stets vorhanden ist, und bei Entwickelung der letzteren stets mangelt. Bei der Vermehrung der kleinsten Zellen und ihrem Übergang in Bacterien wird nämlich immer eine schleimige Substanz abgesondert, welche hauptsächlich die Trübung und Undurchsichtigkeit jenes Mediums verursacht, in welchem diese Vermehrung vor sich geht; während bei Entwickelung der langen Bacterien das Medium (wie dies ein unten folgender Versuch zeigen wird) vollkommen durchsichtig bleibt.

Auf diese Weise haben wir nun Schritt für Schritt die Entwickelung jener Körper verfolgt, welche nach ihrem Ursprung und ihren Entwicklungsweisen nichts anderes vorstellen, als Mycelien von Penicillium und wahrscheinlich noch anderen Pilzen. Zugleich haben wir gesehen, daß dieses Mycelium alle morphologischen Eigenschaften der ganzen Familie „*Vibrionia*“ besitzt; wenigstens ist es ganz unmöglich, irgend einen Unterschied zwischen beiden wahrzunehmen.

Aber offenbar ist die nur morphologische Identität allein noch nicht ganz hinreichend, um ohne Weiteres die „Vibrionia“ für Mycelien von Penicillium anzunehmen. Zur Annahme einer solchen Identität ist es nothwendig nachzuweisen, daß die Bacterien sich aus Penicillium-Sporen unter dem Einflusse aller jener äußeren Umständen entwickeln können, unter welchen die Vermehrung und Entstehung dieser Körper von anderen Forschern beobachtet wurde.

Unter allen äußeren Einflüssen, bei welchen bisher Vermehrung der Bacterien beobachtet wurde, nimmt unstreitig die Temperatur den ersten und wichtigsten Platz ein.

IV.

Es wurde, wie bekannt, durch sehr genaue Versuche nachgewiesen, daß Fleisch oder Eigelb mit Wasser bei 100° C. abgekocht und unter Baumwolle geschützt, in der Regel in Fäulniß übergehen, und unter dem Mikroskope untersucht, mit Myriaden eigenthümlicher Vibrionen, oft von ungewöhnlicher Länge (mehr als ein Millimeter) durchsetzt sind. [Schröder, Annal. der Chemie und Pharm.

Bd. CXVII, 3. H., 1861.] Milch, in einem Kolben einige Zeit gekocht, gerinnt und fault unter Baumwolle (oder nach Pasteur „exposés au contact de l'air qui à subi la temperatur rouge") in der Regel ebenso schnell als an offener Luft". Dabei entwickeln sich in der Milch Bacterium und Vibrio, „nur tritt keine Schimmelbildung ein" (Schröder, Ann. d. Chem. u. Pharm., Bd. CIX, H. 1, 1859), „aucune Mucedinées (d. i. Mycelium), aucune Torulacées, aucun ferment vegétal" (Pasteur, l. c., p. 60). Dieser letztere Umstand (Abwesenheit vegetabilischer Organismen und Vorhandensein von Bacterien in gekochten Flüssigkeiten) gab Pasteur (später auch Hoffmann) den Anlaß, nachstehende Folgerungen zu ziehen (selbe werden auch durch andere sehr wichtige Versuche bestätiget, die ich aber hier nicht näher anführe): „Germes des mucedinées, Torulacées et ferments vegétals ne peuvent resister à 100° C. au sein de l'eau"; dagegen „germes des Infusoires (corps reproducteurs de mikrozoaires, d. i. Vibrioniens) peuvent resister à la temperature humide de 100° C. lorsque le liquide où on les chauffe jouit de certaines proprietés" [(neutrale oder schwach alkalische Reaction) Pasteur, l. c., p. 60; Hoffmann, Micol. Ber. Bot. Ztg., 1863, Nr. 38, S. 283]. Diese Folgerungen stießen auf sehr heftigen Widerspruch von Seite der Anhänger der Urzeugungstheorie; — auf einen Widerspruch, auf welchen weder Pasteur noch seine zahlreichen Nachfolger bisher im Stande waren genügende Antwort zu geben. Die Heterogenisten halten die Behauptungen Pasteur's für eine durch Nichts erwiesene Hypothese, weil bisher noch Niemand bewiesen hat, daß es eine vegetabilische oder thierische Zelle, einen vegetabilischen oder thierischen Organismus gäbe, welche die feuchte Temperatur von 100° C. zu überleben fähig wäre. „Tous les phisiologistes sont unanimement d'accord sur se point, c'est qu'aucun oeuf, aucun animal, aucune plante ne résiste à la température humide de 100° C." (Pouchet, Compt. rend. 1860, p. 1017). In der That, alle bisherigen Beobachtungen und Erforforschungen in dieser Richtung sprechen gegen die Theorie Pasteur's. Ehrenberg (Monatsber. d. Akad. zu Berlin, 1859, S. 493) fand in heißen Quellen auf Ischia lebende Pflanzen (Eunotien und grüne Oscillarien) und Thiere (vier Arten Räderthiere, Infusorien der Gattungen *Nassula*, *Euchelis* und *Amphileptus*) bei 81 bis 85° C. Dieß ist die höchste mir bekannte Temperatur, bei welcher

lebende Organismen beobachtet wurden. Schwabe hat im Karlsbader Sprudel lebende Oscillarien bei 72—73° C. (58—59° R.) beobachtet. Jedoch kömmt, nach Cohn's Beobachtungen (Abh. d. Schl. Ges. f. Vat. Kult., 1862, 2. H.) im Karlsbader Sprudel bei Temperaturen über 53° C. (43° R.) keine Algenvegetation mehr fort. Die Forschungen Max Schulze's aber (Protopl. d. Rhizop. u. Pflanzenzellen, Leipzig 1863) widersprechen den Beobachtungen sowohl Ehrenberg's als auch Cohn's.

„Nach meinen Beobachtungen", sagt Schultze, „stirbt das Protoplasma der untersuchten Pflanzenzellen unter Gerinnungserscheinungen bei 47—48° C. unfehlbar ab. Thierisches Leben erhält sich im Wasser von 45° C. nur noch sehr spärlich. . . Wir sind berechtigt hiernach vorauszusetzen, daß thierisches und pflanzliches Leben über circa 45° C. sich dauernd nicht erhalten werde" (S. 49) [1]).

Hinsichtlich des Einflusses der Temperatur auf Penicillium-Sporen sind folgende Beobachtungen bekannt: Pouchet hat über einer Lampe Penicillium-Sporen in einer Röhre mit 2 Kub. Cm. Wasser eine Viertelstunde lang gekocht. Gleich nach Aufhören des Kochens ergab die mikroskopische Untersuchung „que les spores de ce Penic. étaient deformés, ils avaient perdu un peu de leur sphéricité, et leur volume était presque doublé" (Compt. rend. 1858, T. XLVII, p. 981). Aus diesem Versuche folgerte Pouchet, daß die Sporen dem Kochen mit Wasser eine Viertelstunde lang ausgesetzt, zur Entwickelung unfähig werden. Nach Schmitz ertragen die Sporen von *Penic. gl.* im Wasser eine Erwärmung auf höchstens 61° C. (De Bary, l. c. S. 210). Endlich nach Hoffmann (Bot. Ztg. 1869, Nr. 18, S. 282) sterben die Penicillium-Sporen zwischen 76 bis 83° C. ab.

---

[1]) Solchen einander widersprechenden Thatsachen gegenüber spricht Prof. Nägeli über die Generatio spontanea folgende Meinung aus: „es lassen alle bis jetzt bekannten Beobachtungen und Experimente eine doppelte Erklärung zu: sie gestatten sowohl die Keimtheorie als die Urzeugungstheorie, sie schließen keine aus . . . Die Frage der Generatio spontanea ist nicht, wie man fast allgemein annimmt, entschieden, und daß es ferner auf anderer Basis angestellter Versuche bedarf, um die Frage ihrer Lösung näher zu bringen." (Entst. u. Begr. d. Nat. hist. Art. 2. Aufl. München 1865, S. 45—46.)

Pasteur hielt die Penicillium-Sporen für getödtet, wenn sie ein vollkommen normales Mycelium nicht entwickelten, „plante tout pareille à la plante mére“ (l. c. p. 18). Dieselbe Erscheinung diente auch für Hoffmann (wahrscheinlich auch für Schmitz, dessen Originalarbeit ich nicht in Händen hatte) als Maßstab zur Bestimmung des Lebens der Sporen. Allein die Penicillium-Sporen, indem sie bei einer gewissen Temperatur zur Entwicklung eines normalen Myceliums unfähig werden, verlieren nicht sogleich, wie nachstehende Versuche zeigen werden, die Fähigkeit in andere Entwicklungsformen überzugehen.

Experimente mit Erwärmung der Penicillium-Sporen habe ich in folgender Weise vorgenommen: Ein Reagenz-Röhrchen wurde zur Hälfte, oder etwas darüber, mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt, und in dieselbe frische Penicillium-Sporen hineingegeben. Nach Beigabe der Sporen wurde die Röhre mit durchhitzter Watte fest verschlossen und in ein Wasserbad gestellt, worin sie eine bestimmte Zeit hindurch bei bestimmter Temperatur erwärmt wurde. Gleichzeitig mit dieser Röhre stellte ich in das Wasserbad eine andere mit Wasser gefüllte Röhre. In diese letztere wurde ein Thermometer gestellt, welches zur Bestimmung der Temperatur diente.

Die mit Pasteur'scher Flüssigkeit durch 15 Minuten bei 50° C. erwärmten Penicillium-Sporen entwickelten am vierten Tage auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein vollkommen normales und sehr üppiges Mycelium mit Fruchtpinsel. Die Flüssigkeit blieb ganz durchsichtig und enthielt keine Bacterien.

Wenn man die Sporen 15 Minuten lang bei 60° C. erwärmt, so bemerkt man während 8 Tagen in der Flüssigkeit nicht die mindeste Veränderung; die Sporen schwimmen an der Oberfläche der Flüssigkeit. Nach zehn Tagen schwebt inmitten der Flüssigkeit ein äußerst zartes Filzmycelium, welches sich am zwölften Tage zu Boden senkt. Dabei ist in der Flüssigkeit nicht die geringste Trübung zu bemerken. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Flüssigkeit bemerkte man darin sehr viele Bacterien von verschiedener Länge und Form. Viele von diesen Bacterien hatten an einem Ende eine Zelle von ganz runder, ovaler oder mehr oder weniger länglichen Form; einige wenige Bacterien besaßen Zellen an beiden Enden. Das Filzmycelium bestand aus sehr zarten und feinen Fäden von 0·0020—0·0040 Mm. im Durchmesser, mit feinkörnigem Protoplasma

im Innern. Diese Myceliumfäden zeigten zahlreiche Verzweigungen, welche keine Spur eines körnigen Protoplasma im Innern führten. Ihre Dicke kann nur annäherungsweise gemessen werden — sie beträgt etwa von 0·0003—0·0005 Mm. — mit einem Worte, wir haben hier dieselben Entwicklungsformen von Bacterien vor uns, wie bei den oben beschriebenen Experimenten mit nicht erwärmten Penicillium-Sporen.

Erwärmt man nun die Sporen bei 70, 75 und 80° C. während 10 oder 15 Minuten, so nimmt man dabei folgende Erscheinungen wahr: Einige Tage lang schwimmen die Sporen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, vorzugsweise an den Wänden der Röhre; dabei ist in der Flüssigkeit nicht die geringste Veränderung wahrzunehmen. Hierauf werden die Sporen auf der Oberfläche immer seltener und verschwinden am sechsten oder zehnten Tage beinahe ganz. Nach Maßgabe des Verschwindens der Sporen wird die obere Schichte der Flüssigkeit trüber; diese Trübung steigert sich namhaft, wenn man die obere Schichte leicht schüttelt; hierbei kommen bisweilen sogar weiße Flocken zum Vorschein. Wenn man nun gleichzeitig die obere Schichte der Flüssigkeit untersucht, so findet man darin alle Übergangsformen von normalen Sporen zu den kleinsten Zellen, welche ihrerseits wieder auf die oben beschriebene Weise in Bacterien übergehen. Nach 10—14 Tagen wird die ganze Flüssigkeit trübe und später desto durchsichtiger, je reichlicher der Niederschlag wird. Der Niederschlag besteht gewöhnlich aus einer Masse von Bacterien, einigen unveränderten Sporen und einer größeren oder geringeren Menge molecularer Körnchen. Auch hier findet man unter den Bacterien Formen, welche mehreren Bacterien, Vibrionen und Spirillen-Species Dujardin's entsprechen.

Wenn man die Sporen bei 85 und 90° C. 10 Minuten lang erwärmt, so sind die dabei beobachteten Erscheinungen approximative ganz dieselben, wie jene bei 70, 75 und 80° C.; der Unterschied besteht nur in der Zeit, innerhalb welcher diese oder jene Erscheinungen eintreten. Bei 90° z. B. erreicht die Flüssigkeit ihre größte Trübung erst nach 18—22 Tagen. Dann ist in dem Niederschlage, welcher nach Anwendung dieser Temperaturen entsteht, eine bedeutend größere Menge von unveränderten Sporen und molecularen Körnchen zu bemerken. Hinsichtlich der Bacterien aber ist es schwierig, irgend einen Unterschied wahrzunehmen, mag man

sie bei der einen oder der anderen Temperatur beobachten. Dauert nun die Erwärmung bei 85 und 90° C. 15 Minuten, so gehen nur äusserst wenige Sporen in Bacterien über; die Flüssigkeit bleibt immer durchsichtig, selbst bei Hinzugabe von großen Quantitäten von Sporen; Bacterien werden in so geringer Menge entwickelt, daß man sie bisweilen nicht nur in einem oder dem anderen Gesichtsfelde, sondern selbst im ganzen Präparate abzählen kann. In dem Niederschlage beobachtet man nicht selten Sporen mit kleinsten Sprossungen und kurze Ketten von kleinsten Zellen. Außerdem besteht der Niederschlag hauptsächlich aus ganz unveränderten Sporen, aus Sporen mit körnigem Protoplasma und aus molecularen Körnchen.

Bei einem Versuche hatten die 5 Min. lang dem siedenden Wasser ausgesetzten Sporen (wobei die Temperatur in der Röhre 95—97° C. erreichte) zugleich mit den Bacterien auch ein vollkommen normales Mycelium entwickelt, welches sich schnell zu Boden senkte. Bei einem zweiten Versuche (mit Aspergillus-Sporen) hatte sich schon am sechsten Tage in den oberen Schichten eine Trübung gebildet, die in der Folge sich über die ganze Flüssigkeit verbreitete. Am zwanzigsten Tage entstand auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein sehr üppiges Mycelium mit Fruchtpinseln.

Wenn man die Pasteur'sche Flüssigkeit mit Sporen 1—2 Minuten lang über einer Lampe sieden läßt, und gleich nach Aufhören des Siedens die Röhre mit durchhitzter Watte verschließt, so bleibt die Flüssigkeit zwei Wochen lang ohne alle Veränderung; die Sporen schwimmen unverändert auf ihrer Oberfläche. Nach 15 Tagen entwickelte sich an der Oberfläche ein normales Mycelium. Nach drei Wochen trübte sich die Flüssigkeit. Die mikroskopische Untersuchung ergab nach 22 Tagen, daß das Mycelium keine Fruchtpinsel gebildet hat; die Flüssigkeit enthielt Bacterien, der Niederschlag bestand aus Bacterien und feinen Körnchen [1]).

---

[1]) Die Entwicklung eines normalen Mycelium bei diesen Versuchen läßt sich in zweifacher Weise erklären: entweder zerstört die Temperatur von 95—97° C. und 100° C., in einigen Sporen die Fähigkeit zur normalen Entwickelung nicht, oder aber es geriethen einige Sporen an die Wand der Röhre und blieben, bloß der Wirkung des heißen Wasserdampfes und nicht jener der Flüssigkeit ausgesetzt.

Wenn man Sporen 3—5 Minuten lang dem Sieden der Versuchsflüssigkeit aussetzt, so zeigt sich nach einem Monate nicht die geringste Veränderung in der Flüssigkeit; im Niederschlage erscheinen Sporen, größtentheils mit körnigem Inhalte, eine große Menge molecularer Körnchen, und kein einziges Bacterium.

Bei allen oben beschriebenen Versuchen mit Erwärmung hatte die Pasteur'sche Flüssigkeit schwach sauere Reaction. Es entsteht nun die Frage: wie verhalten sich die Penicillium-Sporen bei hohen Temperaturen in einer alkalischen Flüssigkeit?

Die Ursache, warum sich in der Milch beim Sieden Bacterien entwickeln, und in „l'eau de levure sucrée et urine", unter denselben Bedingungen, nicht entwickeln, besteht, nach Pasteur in der alkalischen Reaction der Milch. Frischer (sauer reagirender) Harn, 2 bis 3 Minuten dem Sieden ausgesetzt, blieb (mit Baumwolle-Verschluß) 18 Monate lang vollkommen unverändert. Als nun Pasteur in einen solchen Urin kohlensauren Kalk und „bourre de coton avec poussieres de l'air" hinzugab (d. i. Baumwolle, durch welche atmosphärische Luft filtrirt war), und hierauf diese Mischung 2—3 Minuten lang noch einmal zum Sieden brachte, entwickelten sich in diesem Falle Bacterien. Ich habe diesen Versuch Pasteur's wiederholt, indem ich dabei „bourre de coton avec poussieres de lair" durch Penicillium-Sporen ersetzte. Ich brachte zwei Portionen frischen Harns in Reactiv-Röhrchen, fügte zu beiden Portionen Penicillium-Sporen hinzu, und versetzte überdieß eine von den Portionen mit gepulvertem carrarischen Marmor. Hierauf wurden beide Röhren über der Lampe 3 Minuten lang im Sieden erhalten und mit Baumwolle-Verschluß bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach einem Monate war die mit kohlensauren Kalk versetzte Portion Urin trübe, sie enthielt in sich Myriaden von Bacterien, eine sehr unbedeutende Menge Sporen und Molecularkörnchen. Die Portion ohne Marmor blieb vollkommen durchsichtig, enthielt eine ungeheuere Menge Sporen, und eine bedeutende Quantität von molecularen Körnchen und kein einziges Bacterium. Ein Versuch mit Pasteur'scher Flüssigkeit ergab folgende Resultate:

Zwei Reactiv-Röhrchen wurden bis $^2/_3$ ihres Volums mit Past. Flüssigkeit und Penicillium Sporen gefüllt; zu einer von diesen Portionen wurden 4 Tropfen Ammoniak zugesetzt. Nach Zugabe des Ammoniaks wurde die Flüssigkeit über der Lampe 15 Minuten lang

gekocht; gleich nach Aufhören des Siedens wurde die Röhre mit durchhitzter Baumwolle fest verschlossen. Genau auf dieselbe Weise verfuhr man mit der zweiten Portion, welche jedoch kein Ammoniak enthielt. Hierauf wurden beide Röhren bei gewöhnlicher Zimmer-Temperatur stehen gelassen. Nach 20 Tagen war in der Portion mit Ammoniak eine unbedeutende Trübung der oberen Schichte der Flüssigkeit bemerkbar; nach 28 Tagen bildet sich statt der Trübung ein schleimiges Wölkchen; nach einem Monat begann das Wölkchen in Gestalt eines ungefähr einen Centimeter breiten und papierdünnen Bandes sich zu Boden zu senken, während die Flüssigkeit selbst ganz durchsichtig blieb. Man öffnete die Röhre; die Flüssigkeit zeigte eine stark alkalische Reaction. Einen Theil des Bandes verwendete man zur mikroskopischen Untersuchung, und die Röhre wurde abermals mit Baumwolle verschlossen. Diese Untersuchung ergab höchst interessante Erscheinungen. Man bemerkte hier alle Übergangsformen von Sporen normaler Größe bis zu den kleinsten Zellen. Diese letzteren waren von runder, ovaler, länglicher, kolbenförmiger Gestalt, mit einem Worte, sie zeigten alle Übergangsformen zu 1—4 gliederigen Bacterien, und zuletzt auch vollkommen entwickelte Bacterien. Alle diese Körper sind unter einander durch eine vermittelnde, feste schleimige Substanz verbunden, und darum ist ein einziges mikroskopisches Object ganz hinreichend, um mit besonderer Leichtigkeit und Bequemlichkeit alle oben bezeichneten Übergangsformen von Penicillium-Sporen zu Bacterien zu beobachten. Im Laufe der Zeit löste sich das Band in der Flüssigkeit auf, wodurch letztere getrübt wurde. Nach anderthalb Monaten bildete sich am Boden der Röhre ein Niederschlag, die Flüssigkeit wurde wieder etwas durchsichtiger. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich in der Flüssigkeit eine ganz unbedeutende Menge Bacterien, dagegen im Niederschlage äußerst viel Bacterien, Sporen mit Sprossungen, Sporen mit feinkörnigem Protoplasma und Molecularkörnchen. In der anderen Versuchsflüssigkeit, welche kein Ammoniak enthielt, war im Verlaufe von $1\frac{1}{2}$ Monaten nicht die mindeste Veränderung bemerkbar, außer, daß nach zwei Wochen die Sporen von der Oberfläche der Flüssigkeit verschwanden und am Boden der Röhre einen Niederschlag bildeten; dabei behielt die Flüssigkeit ihre normale Durchsichtigkeit. Der Niederschlag bestand aus molecularen Körnchen und einer unge-

heuren Menge von Sporen, wovon etwa die Hälfte feinkörniges Protoplasma führte.

Überhaupt erscheinen die Zellen mit körnigem Protoplasma im Niederschlage am zweiten bis dritten Tage nach der Erwähnung bei allen Temperaturen von 70—100° C. Dieses frühzeitige Sinken ist mit unbewaffnetem Auge in jenen Fällen zu sehen, in welchen man in die Flüssigkeit eine solche Quantität Sporen hineingibt, daß sie auf der ganzen Oberfläche eine compacte Schichte bilden. Diese Sporen sind einer weiteren Entwicklung nicht fähig. Die Membran dieser Zellen wird nach und nach blässer, bis sie ganz verschwindet, und dann kömmt ein feinkörniges Protoplasma zum Vorschein. Zwischen den freien Körnchen des Protoplasma und den Sporen mit körnigem Protoplasma besteht immer ein umgekehrtes Verhältniß. Je später man die Flüssigkeit untersucht, desto mehr Körnchen und weniger Sporen mit körnigem Protoplasma findet man, und umgekehrt.

Der Grad der Trübung und Undurchsichtigkeit der Flüssigkeit steht in einem geraden Verhältniß zur Menge der beigegebenen Sporen; so daß z. B. Sporen, 10 Minuten bei 90° C. erwärmt, eine größere Trübung der Flüssigkeit hervorbringen, als Sporen, welche dieselbe Zeit hindurch bei 70° C. erwärmt wurden, wenn nur im ersten Falle bedeutend mehr Sporen als im letzteren beigegeben wurden. Aber wodurch ist überhaupt die Undurchsichtigkeit jener Flüssigkeit bedingt, welche man zu Versuchen mit und ohne Erwärmung verwendet? Pasteur meint, daß „C'est le mouvement même des Bactér. qui est la cause du trouble de la liqueur. Des qu'ils périssent par privation d'air, ils se rassemblent au fond du vase, comme ferait un precipité, et le liquide s'eclaircit". (l. c.) Hoffmann sagt: „In klaren Flüssigkeiten treten Bacterien in der Regel als gleichmäßige Trübung auf; diese Trübung ist durch Millionen lebhaft beweglicher Bacterien und (weniger zahlreich) kleiner Bacterien-Kettchen veranlaßt". (Bot. Ztg. 1869, N. 16, S. 250.) Diese Meinung ist nur theilweise richtig. Wenn auf der Oberfläche der Past. Flüssigkeit, welche einige Tage in offener Röhre gestanden hat, sich zufällig Mycelium bildet, so setzen sich am 2. bis 3. Tage nach Bildung des Myceliums die in der Flüssigkeit befindlichen Bacterien zu Boden, und die Flüssigkeit wird durchsichtiger; ohne jedoch, wie schon oben bemerkt wurde, ihre ursprüngliche Durchsichtigkeit je wieder zu erreichen. Bei Unter-

suchung dieser Flüssigkeit zeigt sich, daß sie entweder äußerst wenig Bacterien oder bisweilen auch gar keine enthält. Noch deutlicher kann man dieß bei Versuchen mit Temperaturserhöhung beobachten. 10—14 Tage nach dem Erscheinen der Trübung hört das Zunehmen des Niederschlages am Boden der Röhre auf; dabei bleibt die Flüssigkeit manchmal trübe fast bis zur Undurchsichtigkeit, wie ich dieß in einer 10 Minuten lang bei 80° C. erwärmten Past. Flüssigkeit beobachtet habe. Indessen war bei Untersuchung dieser Flüssigkeit kein einziges Bacterium zu finden. Schon aus diesen Thatsachen läßt sich schließen, daß überhaupt die Bacterien bei dieser Erscheinung eine untergeordnete Rolle spielen. Die Verminderung der Trübung in der Flüssigkeit, nachdem die Bacterien zu Boden fielen, läßt sich nicht auf Rechnung der Bacterien allein stellen, da zugleich mit ihnen sich auch eine größere oder geringere Menge jener schleimigen Substanz niederschlägt. Diese Substanz ist es, welche hauptsächlich die Trübung und Undurchsichtigkeit der Flüssigkeit veranlaßt und auch das Zustandekommen von Gallertwolken und festen Membranen hervorruft. Diese schleimige Substanz entwickelt sich immer beim Übergange der kleinsten Zellen in Bacterien. Ich kann auch der Meinung Hoffmann's nicht beistimmen, wornach die Bacterien selbst die schleimige Substanz zu entwickeln im Stande seien. Bei Untersuchung einer eben erst zu Vorschein gekommenen Gallertwolke in der oberen Schichte einer auf 70—100° C. erwärmten Flüssigkeit ergibt sich, daß in dieser Gallertwolke nur Penicillium-Sporen sammt allen Übergangsformen zu Bacterien und sehr häufig kein einziges vollkommen entwickeltes Bacterium enthalten ist. Andererseits geht bei der Entwicklung von Bacterien im Wege der Verzweigung normaler Mycelfäden, oder bei Entwicklung von Bacterien unmittelbar aus Sporen von normaler Größe (s. o.), folglich in jenen Fällen, wo die Entwicklung der kleinsten Zellen nicht stattfindet, — auch keine Ausscheidung der schleimigen Substanz vor sich, wie man dieß bei Versuchen, wobei eine Erwärmung bis 60° C. stattfand und in einigen anderen Fällen z. B. bei Entwickelung von Bacterien in Olivenöl, Harn und anderen wahrnehmen kann.

Alle bisher von mir beschriebenen Beobachtungen und Versuche bieten, wie ich meine, vollkommen hinreichenden Grund zu der Annahme, daß sämmtliche Formen aus der Familie der

Vibrionen nichts Anderes sind, als zarte Mycelien, welche aus Penicillium-Sporen hervorgingen, Mycelien, die sich auf die oben beschriebene Weise entwickeln [1]).

V.

In den vorhergehenden Versuchen haben wir gesehen, daß die Penicillium-Sporen bei gewöhnlicher Temperatur nur dann fähig sind in Bacterien überzugehen, wenn sie sich in der Flüssigkeit selbst befinden; wenn sie hingegen auf ihrer Oberfläche liegen, entwickeln sie nur ein normales Mycelium. Ebenso verdankt das normale Mycelium, welches sich auf der Oberfläche offen stehender Flüssigkeit (Past. Flüss., Harn, thierische und vegetabilische Aufgüsse und dergleichen) selbständig [d. i. nicht durch Aussaat] entwickelt, seine Entstehung den aus der Luft auf die Oberfläche der Flüssigkeit gefallenen Sporen, was Pasteur durch sehr genaue Versuche bewiesen hat (l. c.). Nun fragt es sich, auf welche Weise soll man die Erscheinung der raschen Vermehrung der Bacterien in mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllten Gefäßen erklären, welche bei gewöhnlicher Zimmer-Temparatur offen stehen (oder bloß durch gewöhnlichen Kork oder einen Glasstöpsel verschlossen sind), wenn die aus der Luft hineinfallenden Sporen in der Regel auf der Oberfläche der Flüssigkeit verblieben und nur normales Mycelium entwickeln?

Unter allen diesen Umständen dienen als hauptsächlichste Quelle der Entwicklung und Vermehrung der Bacterien jene kleinsten Zellen, deren Entstehung aus Penicillium-Sporen in der Past. Flüssigkeit ich oben dargestellt habe; die Penicillium-Sporen selbst aber spielen, als solche, dabei nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Penicillium Sporen gehen in kleinste Zellen über, nicht nur in Flüssigkeiten allein; sie sind eben so fähig auch auf festen Substraten in dieselben überzugehen, mögen die letzteren feucht oder

---

[1]) Hinsichtlich der Sporen von anderen Pilzen habe ich nur zwei Beobachtungen, eine mit Aspergillus-Sporen, wovon schon oben die Rede war, und die zweite mit Sporen von Botrytis angestellt. Die Sporen von Botrytis, 15 Minuten bei 80° C. erwärmt, haben 27 Tage lang in der Flüssigkeit weder eine Trübung, noch Bacterien entwickelt. Im Niederschlag waren die Sporen und sehr viele moleculare Körnchen bemerkbar.

ganz trocken sein. Wenn man z. B. in dem saftigen, frischen Fleische einer Apfelsine eine mäßige Quantität Penicillium-Sporen einimpft, so ist gewöhnlich die Entwicklung des normalen Myceliums entweder sehr unbedeutend, oder sie mangelt oft ganz; hingegen geht die Entwickelung der kleinsten Zellen sehr rasch und intensiv vor sich. Sehr viele kleinste Zellen stellen in diesem Falle alle Übergangsformen zu Bacterien vor, und zwar noch deutlicher, als in Flüssigkeiten bei gewöhnlicher Zimmer-Temperatur. Dasselbe Resultat erhält man bei der Impfung der Sporen auf das Fleisch anderer Früchte, z. B. Citronen, Weintrauben und dergl. Hier, wie auch in den Flüssigkeiten, kann von der Entstehung kleinster Zellen aus Protoplasma-Körnchen der Sporen gar keine Rede sein. Impft man die Penicillium-Sporen auf die Rinde einer Apfelsine und unterhält letztere (Rinde) im feuchten Zustande, so entwickelt sich nach einiger Zeit ein normales, üppiges Mycelium mit Frucht-Pinseln. Wenn nun mit der Entwickelung der Frucht-Pinsel die Rinde austrocknet, so beginnen die Sporen in kleinste Zellen überzugehen, und zwar so, daß zwischen den Sporen von normaler Größe und den allerkleinsten Zellen bezüglich der Größe zahlreiche Übergangsformen vorhanden sind. Die in solcher Weise entwickelten kleinsten Zellen erscheinen entweder abgesondert, frei oder in Form von Ketten (sog. *Monas Crepusculum*) und sind auch theilweise fähig unmittelbar in Bacterien überzugehen (Luftvegetatationsform der Bacterien nach Hoffmann). Überhaupt geht die Spore in kleinste Zellen über, sobald sie sich auf einem harten, trockenen Substrate befindet. Die Allverbreitung der Penicillium-Sporen ist eine allgemein bekannte Thatsache. Da aber jede einzelne Spore mehrere kleinste Zellen aus sich entwickelt, so müssen letztere in der Luft auch bedeutend mehr, als Penicillium-Sporen enthalten sein. Pasteur hat bei seinen Versuchen mit Filtration der Luft durch Baumwolle, in der letzteren gleichzeitig mit Pilzsporen auch eine große Menge von kleinsten Zellen und dazwischen Übergangsformen (bezüglich der Größe) erhalten. Die kleinsten Zellen erscheinen auch hier entweder in Form von abgesonderten Zellen oder in Form von Ketten (l. c. Pl. II, fig. 2—9) [1]).

[1]) Pasteur charakterisirt in folgender Weise die von ihm bei Filtration der atmosphärischen Luft durch Baumwolle erhaltenen Körperchen: „Leurs dimensions

Auf diese Weise gehen die stets in der Luft befindlichen kleinsten Zellen, indem sie auf die Oberfläche der Past. Flüssigkeit fallen, sehr schnell in Bacterien über; aber nach Maßgabe der Vermehrung der letzteren müssen nothwendig erstens die Bestandtheile der Flüssigkeit (Ammoniak, Salze etc.) abnehmen, und zweitens muß die Menge der schleimigen Substanz immer mehr zunehmen, in Folge dessen der Übergang der kleinsten Zellen in Bacterien langsamer vor sich geht, und endlich ganz aufhört. Ferner hängt hiervon auch der Umstand ab, daß, je später man vom Beginn des Versuches an die Flüssigkeit untersucht, desto mehr freie und kettenförmige, schwebende kleinste Zellen, sowie auch in ihrer Entwicklung unterbrochene, d. i. keil- oder kolbenförmige, an einem oder an beiden Enden mit Köpfchen versehene Bacterien gefunden werden.

Es ist selbstverständlich, daß die Sporen und kleinsten Zellen nicht in allen Flüssigkeiten mit derselben Schnelligkeit in Bacterien übergehen. Am raschesten geht dieser Übergang in Zuckerlösungen von statten, welche freies Ammoniak enthalten. Wenn man z. B. gleichzeitig drei offene Reagenz-Röhrchen mit Past. Flüssigkeit, mit Harn und mit destillirtem Wasser aufstellt, so geht die Vermehrung der Bacterien zuerst in der Past. Flüssigkeit, und dann erst in dem Harn vor sich. Dabei findet man im Harn schon nach zwei Tagen zugleich mit Bacterien auch eine große Menge von kleinsten Zellen (welche indessen Pasteur für ein

---

s'elevent depius les plus petits diametres jusqu' à $^1/_{100}$, à $^{1,5}/_{100}$ et davantage de millimetre. Les uns sont parfaitement spheriques, les autres ovoides. Leurs contours sont plus ou moins nettement accusés. Beaucoup sont tout - à - fait translucides, mais il y en a aussi d'opaques avec granulation à l'interieur. Ceux qui sont translucides à contours nets, rassemblent tellement aux Spores des moisissures le plus communes, que le plus habile micrographe ne pourrat y avoir de difference". (l. c. p. 28—29.) Diese Beschreibung wie auch die sie näher erläuternden, oben citirten Zeichnungen, entsprechen vollkommen jenen Veränderungen, denen die Penicill. Sporen auf festen, trockenen Substraten unterliegen, von wo aus sie sich leicht in die Luft erheben. Die Identität der Körper, welche Pasteur aus der Luft erhalten hat, mit Pilzsporen und den aus ihnen sich entwickelnden kleinsten Zellen, ergibt sich als unzweifelhaft, wenn man die Resultate der von Pasteu an diesen Körpern vorgenommenen Versuche mit jenen vergleicht, die ich oben in Betreff der Penic. Sporen und kleinsten Zellen mitgetheilt habe.

specifisches „ferment de l'urine„ hielt. l. c. p. 51); während sie in der Past. Flüssigkeit zu dieser Zeit nur in sehr kleiner Menge zu bemerken sind. Im destillirten Wasser aber erscheint erst nach drei Monaten an den Wänden der Röhre, gerade über dem Niveau des Wassers, ein Anflug in Form eines Ringes, welcher aus kleinsten Zellen, Bacterien und ihren Übergangsformen besteht. Alle diese Körper sind untereinander durch eine schleimige Zwischen-Substanz verbunden. Wenn auf die Oberfläche der Flüssigkeit aus der Luft eine größere oder geringere Menge Sporen oder Hefezellen fällt, so entwickelt sich in der Regel ein normales Mycelium auf der Oberfläche, oder eine ungeheure Menge Hefezellen in der Flüssigkeit. Aber nicht eine jede Spore, welche auf die Oberfläche der Flüssigkeit fällt, muß nothwendig gewöhnliches Mycelium entwickeln; bei Untersuchung der schleimigen Flocken und festen Membranen, welche sich bei der Entwicklung der Bacterien bilden, findet man nicht selten in denselben auch Sporen. Die von dieser schleimigen Substanz aus der Oberfläche der Flüssigkeit in das Innere derselben hinabgezogenen Sporen gehen in diesem Falle in Bacterien über.

Welche ungeheure Vermehrungsfähigkeit die kleinsten Zellen bei gewöhnlicher Temperatur besitzen, das sieht man aus den oben angeführten Versuchen, wo es genügte, zwei Tropfen mit Bacterien und kleinsten Zellen beizugeben, um nach einigen Tagen eine vollkommen undurchsichtige, schleimige Flüssigkeit zu bekommen, welche mit Myriaden von Bacterien und kleinsten Zellen gefüllt ist. Die aus (in Flüssigkeiten) erwärmten Penicilliumsporen entstandenen kleinsten Zellen besitzen wahrscheinlich auch die Fähigkeit zur Vermehrung; aber dann gewiß nur in sehr untergeordnetem Grade. Dieß kann man aus der Thatsache entnehmen, daß bei Versuchen mit Erwärmung von 70—100° C. nicht hinreichend ist, zwei Tropfen mit Bacterien und kleinsten Zellen, oder eine mäßige Quantität Sporen beizumengen, um die möglichst größte Vermehrung der Bacterien und kleinsten Zellen hervorzubringen, was bei Versuchen ohne Erwärmung zur Hervorbringung dieser Erscheinung völlig genügt.

VI.

Hinsichtlich der Frage: „ob die Bacterien der Vermehrung fähig seien?“— besteht unter den Forschern eine seltene Einstimmigkeit. Fast alle stimmen darin vollkommen überein, daß völlig entwickelte (d. i. stäbchenförmige) Bacterien, in einem der Vermehrung günstigen Medium, eine zahllose Nachkommenschaft zu erzeugen fähig sind. „Die in der Luft schwebenden Bacterien müssen es sein, welche den Import aller Bacterien überallhin vollziehen . . . Bacterien sind Wesen, die ihre festen Grenzen einhalten und von Eltern auf Nachkommen jedenfalls ebenso unverändert forterben, als die auch am höchsten organisirten Lebensformen in der ganzen Reihe“. (Hoffmann, Bot. Ztg. 1869, S. 238, 268.) Wenn man nun die äußerst unbedeutende Größe der Bacterien und ihre außergewöhnliche rasche Vermehrung in Betracht zieht, so könnte man glauben, daß diese allgemein angenommene Meinung entweder auf einer unmittelbaren mikroskopischen Beobachtung, oder auf irgend welchen positiven Versuchen beruhe. In Wirklichkeit jedoch gründet sich diese Meinung mehr auf bloßen Voraussetzungen, als richtig interpretirten Beobachtungen.

Wenn man eine bestimmte Menge Bacterien unter dem Mikroskope in einem Tropfen Past. Flüssigkeit beobachtet (und sind dabei die Ränder des Deckgläschens mit Lack oder mit einer Schichte Öl verschlossen), so gelingt es niemals, auch nur die geringste Spur von Vermehrung zu bemerken. Es werden vielmehr nach 7—10 Tagen die beobachteten Bacterien ganz unsichtbar. Professor Hoffmann konnte bei ähnlichen Versuchen auch gar keine Vermehrung bemerken. Er erklärt aber diese Erscheinung dadurch, daß die Bacterien in einem verklebten Präparate „ohne Luft (Sauerstoff) nicht leben können; sie werden unbeweglich und zeigen keine Vermehrung“ (l. c. S. 237). Diese Erklärung steht aber im grellen Widerspruche mit den oben beschriebenen Versuchen mit Penicillium-Sporen, aus denen sich in verklebten Präparaten, welche keine Spur von Luftbläschen enthielten, Bacterien entwickelt haben. Es gibt zwar noch Thatsachen, welche, dem Anscheine nach, zu Gunsten der Annahme Hoffmann's und Pasteur's,

daß zur Vermehrung der Bacterien der freie Zutritt der atmosphärischen Luft unentbehrlich ist, sprechen. Es wurde schon oben bemerkt, daß in einer mit Past. Flüssigkeit gefüllten und offen stehenden Röhre die Vermehrung der Bacterien außerordentlich schnell vor sich geht. Wenn aber auf der Oberfläche der Flüssigkeit, worin die Vermehrung der Bacterien schon begonnen hat, sich zufällig, oder durch Aussaat, ein Filzmycelium entwickelt, so hört nach 1—3 Tagen die Vermehrung der Bacterien in der Flüssigkeit ganz auf. Diese Erscheinung erklärt Pasteur durch den Mangel an Sauerstoff in der Flüssigkeit (l. c. p. 45—46). Aber in den angeführten Versuchen ist es kaum möglich, den Zutritt des Sauerstoffes zur Flüssigkeit ganz abzuschließen; a priori besteht da nicht der mindeste Grund zur Annahme, daß der Sauerstoff der Luft durch das aus abgesonderten Fäden zusammengeflochtene Filzmycelium nicht zuströmen könnte. Der nachstehende sehr einfache Versuch beweiset, daß das Aufhören der Bacterien-Vermehrung in ähnlichen Fällen nicht vom Mangel des Sauerstoffes der Luft abhängt. Wenn zur Vermehrung der Bacterien erstens in der That der freie Zutritt der Luft nothwendig ist, und zweitens das auf der Oberfläche der Flüssigkeit sich bildende Filzmycelium wirklich das Zuströmen des Sauerstoffes hindert, so kommt es darauf an, das Mycelium von der Flüssigkeit zu entfernen, worauf die Bacterien-Vermehrung abermals vor sich gehen müßte.

Ich nahm einen Glascylinder, füllte ihn mit Past. Flüssigkeit, und ließ ihn offen stehen. Mit der Entwicklung des Filzmyceliums auf der Oberfläche bildete sich allmählig am Boden des Cylinders ein Niederschlag, die Flüssigkeit wird nach und nach durchsichtiger, die Vermehrung der Bacterien hört ganz auf. Ich entfernte nun das Filzmycelium von der Oberfläche; die Flüssigkeit kommt wieder in unmittelbare Berührung mit der Luft, und ungeachtet dessen erneuert sich in der Flüssigkeit die Bacterien-Vermehrung nimmermehr; die Flüssigkeit bleibt vollkommen in demselben Zustande, wie wenn das Filzmycelium auf ihrer Oberfläche sich noch befände. Diese Erscheinung kann man viel einfacher erklären. Indem sich das Filzmycelium auf der Oberfläche der Flüssigkeit ausbreitet, verbraucht es rasch die in derselben aufgelösten Stoffe — Ammoniak, Salze und Zucker — so zwar, daß nach Herabnahme des Filzmyceliums im Cylinder fast nur reines Wasser

verbleibt.[1]). Daß endlich die Bacterien zu ihrer Vermehrung des freien Zutrittes der atmosphärischen Luft nicht bedürfen, folgt deutlich aus den obenbeschriebenen Versuchen mit Penicillium-Sporen in verkitteten Röhren. Bei diesen Versuchen war das Volumen der Luft im Vergleiche zum Volumen der Flüssigkeit ein höchst unbedeutendes; hierbei entwickelte sich stets ein Filzmycelium in einem der Luftblase gleichen Raume; der Luftzutritt war unmöglich; und dennoch ging unter allen diesen Umständen die Bacterien-Vermehrung äußerst rasch und intensiv vor sich.

Aus den angeführten Versuchen muß man schließen, daß erstens die Menge des der Versuchs-Flüssigkeit absorbirt enthaltenen Sauerstoffes der Luft zur Bacterien-Vermehrung hinreichend ist (falls nur überhaupt der Sauerstoff hierzu nothwendig ist, was noch keineswegs durch directe Versuche erwiesen wurde), und zweitens daß, wenn es bei unmittelbarer mikroskopischen Beobachtung nicht gelingt eine Vermehrung der Bacterien wahrzunehmen, dieß auf ihre Unfähigkeit zur Vermehrung hinweiset.

Professor Hoffmann sucht die Vermehrungsfähigkeit in den Bacterien durch folgende positive Versuche zu beweisen: Vor allem theilt er die Bacterien in lebende und todte ein. Die ersteren unterscheiden sich von den letzteren durch die Fähigkeit einer sogenannten „selbstständigen, willkürlichen Bewegung“, an den letzteren bemerkt man nur die sogenannte „Molecular-Bewegung“, oder gar keine. (Charakteristik der selbstständigen Bewegung siehe Bot. Ztg. 1863, S. 304; 1869, S. 239—240). Indem er auf diese Weise die sogenannte selbständige Bewegung für ein unbedingtes Merkmal der Lebendigkeit der Bacterien hält, will er auf dieses Merkmal die Beweiskraft seiner Versuche basiren, und trachtet zu beweisen, daß die Bacterien fähig sind, den Siedepunkt zu überleben und sich zu vermehren. Zu seinen Versuchen nahm Professor Hoffmann in eine Reactiv-Röhre etwa $1/3$ eines Theelöffels voll Jauche (aus Fleisch

---

[1]) Schon Dujardin (l. c. p. 172—173) bemerkte, daß mit der Entwickelung der Vibrionen das bei gegebene Ammoniak aus der Flüssigkeit verschwindet; Pasteur (Compt. rend. T. XLVII 1859, p. 1011) hat das Verschwinden des beigegebenen Ammoniaks bei Vermehrung der Hefe nachgewiesen. Dasselbe hat auch A. Mayer (Unters. üb. alkoh. Gähr. etc. Heidelberg, 1869) bezüglich des Ammoniak, der Salze und anderer Stoffe nachgewiesen.

entstanden), mischte dieselbe mit der doppelten Quantität Brunnenwasser, und verschloß die Röhre mit Watte. Jede von den auf diese Weise hergerichteten Röhren wurde verschiedene Zeit lang — von ½ Minute bis 3 Stunden — gekocht. Nach dem Sieden wurde die Flüssigkeit in den verschiedenen Röhren unter dem Mikroskope zu verschiedenen Zeiten der Untersuchung unterzogen. So hat er z. B. 11 eine Minute lang der Siedehitze ausgesetzt gewesene Röhren untersucht, und zwar die erste 20 Minuten nach dem Kochen und die übrigen nach 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 17 Tagen. Hierbei fand er lebende Bacterien nur in zwei Röhren, nämlich in den beiden, welche am vierten Tage nach dem Kochen untersucht wurden. In allen übrigen Röhren war kein einziges lebendes Bacterium zu finden. Den Umstand, daß lebende Bacterien erst nach einer bestimmten Zeit, und nicht gleich (?) nach dem Kochen zum Vorschein kommen, erklärt Hoffmann als „Folge einer vorübergehenden Erstarrung durch die Hitze, als eine Art Scheintod oder Wärmestarre, durch vorübergehende Lethargie. . .“ Sobald nun einige Bacterien aus der Lethargie erwachen, wozu allerdings Zeit erfordert wird, beginnt sie die Nachkommenschaft zu entwickeln. Nach Aufstellung dieser Theorie nimmt Hoffmann an, daß „die große Mehrzahl der wiedergefundenen (nach dem Kochen) lebenden Bacterien als ein neuer Stock betrachtet werden muß, als eine Progenies, die von einer geringen Zahl solcher Individuen abstammt, welche durch individuelle Verhältnisse begünstigt, jene Hitzekatastrophe lebend überstanden haben“. (Bot. Ztg. 1863.)

Bezüglich dieser Versuche möchte ich hier nur das bemerken, daß mir die Annahme, die Mehrzahl der wiedergefundenen lebenden Bacterien müsse für eine neue Generation gehalten werden, unberechtigt erscheint. Denn gibt man einmal zu, daß eine bestimmte Anzahl Bacterien fähig ist vom Scheintod, Lethargie u. s. w. sich zu erholen, so muß man ganz mit demselben Rechte zugeben, daß zu einer solchen Erholung auch Millionen fähig sind, und daß folgerichtig alle wiedergefundenen lebenden Bacterien nicht eine neue Generation bilden, sondern allmählig auferstandene ältere Individuen sind. Diese Auffassung ist um so berechtigter, als es ganz unmöglich ist, morphologisch die junge Generation der Bacterien von der alten irgendwie zu unterscheiden. Wenn man weiters auch zugeben würde, daß diese oder jene Art Bewegung wirklich

als Merkmal des Lebens oder des Todes dienen kann, könnten auch dann die Versuche Hoffmann's nur als Beweis dafür dienen, daß die Bacterien den Einfluß dieser oder jener Temperatur zu überleben im Stande sind; auf keinen Fall können sie aber ihre Vermehrungsfähigkeit beweisen. In der That kann aber weder die eine noch die andere Bewegung ein Merkmal des Lebens oder des Todes der Bacterien abgeben. Perty (l. c.) machte zuerst, so viel ich weiß, auf den Umstand aufmerksam, daß zugleich neben den sich bewegenden Vibrionen gewöhnlich auch solche ohne alle Bewegung beobachtet werden, wobei die Bewegungslosigkeit, nach Perty, keinesweges das Absterben anzeigt. Hoffmann selbst hat diese Beobachtungen Perty's vollständig erhärtet. „Die Bacterien kommen sämmtlich", sagt Hoffmann, „in zwei Zuständen vor, nämlich entweder activ beweglich, oder ruhend. Der letztere Zustand ist ebenso häufig, wie der erstere, und gestattet nicht, ohne weiteres anzunehmen, daß das Leben aus ihnen entwichen sei. Man beobachtet häufig große Colonien in voller Vitalität, in deutlichem Zuwachs und Vermehrung begriffen, welche ohne Ausnahme bewegungslos sind". (Bot. Ztg. 1869, S. 236.) „Die verzweigten Bacterien sind niemals beweglich" (l. c. S. 256)... „Dieselben Bacterien sind einmal beweglich, einmal ruhend, oder in umgekehrter Ordnung, — je nach den Umständen" (l. c. S. 322). Es ist also ganz klar, daß die Bewegung der Bacterien nicht die geringste Möglichkeit bietet, um daraus auf die Vermehrung, ja sogar auf das Leben derselben einen Schluß ziehen zu können.

Endlich führt Prof. Hoffmann noch folgenden Versuch an, um die Vermehrungsfähigkeit der Bacterien zu beweisen. „Cultivirt man Bacterien aus Flüssigkeiten durch Übertragung auf feuchte Substrate, also nicht eigentlich naß, z. B. auf einem angekochten Kartoffelstückchen, so tritt die neue Colonie nach einigen Tagen bis Wochen in Form eines sehr zähen, mit der Nadel kaum zereissenden Gallertschleims auf.... Diese Masse besteht aus (überwiegend) isolirten Mikrobacterien, aus 6—10 gliederigen Bacterienketten und aus *Monas Crepusculum*... Mit dem allmähligen Austrocknen des Substrates ist die Vegetation dieser Organismen noch nicht abgeschlossen. Vielmehr besitzen dieselben auch noch eine Luft-Vegetationsform.... Die Oberfläche des Substrates ist jetzt mit einem rein weißen, sammetartigen Filz von 1/2 Mm. Höhe

bedeckt, welcher das Ansehen eines äußerst kurzen Myceliums hat. Dieses besteht ganz aus vielgliederigen Ketten von *Monas crepusculum*, *Bacterium termo* und Übergangsformen zwischen beiden"! (l. c. S. 252—253). Daß es sich in dem angeführten Versuche um eine thatsächliche Vermehrung der Bacterien handelt, dieß kann nicht dem geringsten Zweifel unterliegen; jedoch kann nichts desto weniger dieser Versuch nicht mehr als der vorhergehende (mit dem Kochen), beweisen, daß die neue Generation ihre Entstehung eben den Bacterien zu verdanken habe. Im Gegentheil, da bei diesen Versuchen die kleinsten Zellen und die sich daraus bildenden Ketten (sogenannte *Monas crepusculum*) nicht ausgeschlossen waren, und da Hoffmann selbst den unmittelbaren Übergang dieser Zellen in Bacterien constatirt, so können diese Versuche nur als Bestätigung meiner Beobachtungen dienen, nämlich: daß sich Bacterien unmittelbar aus kleinsten (von Penicillium-Sporen abgeschnürten) Zellen entwickeln (s. o.).

Zur Lösung der Frage, ob die Bacterien fähig seien Nachkommenschaft zu erzeugen, ist es nothwendig, daß man erstens nur mit vollständig entwickelten Bacterien experimentire, ohne die geringste Beimischung jener Elemente, aus denen sich jene entwickeln (Sporen und die aus ihnen sich entwickelten kleinsten Zellen, sei es in Gestalt von freien Zellen oder Ketten), und zweitens, da man eine junge Generation Bacterien von der alten weder durch die Art der Bewegung, noch durch irgend andere morphologische Kennzeichen unterscheiden kann; muß man als unzweifelhafte Merkmale der Vermehrung nur solche Erscheinungen betrachten, welche sogar mit unbewaffnetem Auge constatirt werden können, wie die Bildung eines bemerkbaren Niederschlages am Boden der Röhre, und die Bildung der Trübung in der Flüssigkeit, in welcher die Vermehrung vor sich geht.

Unter gewöhnlichen Umständen ist es unmöglich, Bacterien ohne Beimischung von kleinsten Zellen zu bekommen, aus welchem Medium man sie nehmen möge, sei es aus einer Flüssigkeit, oder einem festen Substrat (Apfelsine, Citrone u. s. w.) möge das letztere in einem nassen oder ganz trockenen Zustande sein. Hingegen erhält man bei Versuchen mit Erwärmung der Penicillium-Sporen, nach Verlauf einer bestimmten Zeit (s. o.) in der Flüssigkeit nur Bacterien ohne die geringste Beimischung von Elementen,

welche fähig sind in Bacterien überzugehen. Die bei dergleichen Fällen vorkommende größere oder geringere Menge von Sporen und kleinsten Zellen im Niederschlag gehört zu jenen, welche nicht im Stande waren, die Einwirkung der Erwärmung zu überleben, und welche demnach allmählig in Moleculardetritus übergehen. Wenn man z. B., aus einer Flüssigkeit, in welcher Penicillium-Sporen 10 Minuten lang bei 80° C. erwärmt wurden, nachdem der Vermehrungs-Proceß der Bacterien in derselben schon zu Ende war (d. i. wo die Trübung der Flüssigkeit sich bereits zu vermindern begann, und gleichzeitig am Boden der Röhre sich ein Niederschlag zu bilden anfing), wenn man in dieser Zeit, oder noch später aus der Flüssigkeit 2—3 Tropfen nimmt, welche eine zahllose Menge Bacterien enthalten, und dieselben einer frischen Past. Flüssigkeit zusetzt (welche früher 5 Minuten über der Lampe gekocht und unter Watteverschluß abgekühlt wurde) und gleich nach der Zufügung der Bacterien die Röhre mit Watte fest verschließt, so ist es unmöglich, in einer solchen Flüssigkeit auch nur die mindeste Spur von Bacterien-Vermehrung zu bemerken, man möge die Flüssigkeit noch solange beobachten. Dagegen, wenn man denselben Versuch mit zwei Tropfen anstellt, welche einer anderen Röhre entnommen sind, die dem Kochen nicht unterworfen war, und worin sich mit Bacterien zugleich auch eine große Menge von kleinsten Zellen befindet, so wird die Flüssigkeit (in welche man diese zwei Tropfen hineingegeben hat) nach zwei Tagen trübe bis zur Undurchsichtigkeit, bei gleichzeitiger intensiver Vermehrung der Bacterien. Wenn man nun bei diesem Versuche, nach Zusetzung der 2 Tropfen, die Flüssigkeit 1/4 Stunde lang bei 70° oder 80° C. erwärmt, so erfolgt die Vermehrung am 12. bis 14. Tage nach erfolgter Erwärmung. Wenn man dagegen bei dergleichen Versuchen die Flüssigkeit, nach Zusetzung der Bacterien, über der Lampe 3—5 Minuten lang kocht, so erfolgt in derselben nicht die geringste Vermehrung der Bacterien, ebenso wie beim ersten Versuche.

Auf diese Weise trat in dem ersten Versuche, bei Vorhandensein von Bacterien allein, auch keine Spur von Vermehrung derselben ein; dagegen entstand im 2. und 3. Versuche, wo neben Bacterien auch kleinste Zellen vorhanden waren, eine ungeheure Vermehrung von Bacterien. Es kam nur darauf an (4. Versuch) die kleinsten Zellen durch Kochen abzutödten, und die Vermehrung wurde, wie beim 1. Versuche, unmöglich.

Aus dem in diesem Capitel gesagten folgt daher, daß bis jetzt keine einzige directe Beobachtung, kein einziger Versuch vorliegt, welche zu der Annahme berechtigen würde: daß die Bacterien einer Vermehrung fähig seien. Es nöthigen vielmehr sowohl die directe Beobachtung unter dem Mikroskop, als auch die eben angeführten Versuche zu der Annahme, daß sowohl die Entstehung als auch die Vermehrung der Bacterien nur im Wege ihrer unmittelbaren Entwicklung aus den oben näher beschriebenen kleinsten und Myceliumszellen möglich, und daß das einmal zur Entwicklung gelangte Bacterium einer weiteren Vermehrung nicht fähig ist.

Es erscheinen demnach die Bacterien jene Entwicklungsformen der Penicillium-Sporen (und ähnlicher Sporen) zu sein, durch welche die letzteren unter gewissen äußeren Verhältnissen zu Grunde gehen.
